

Sommario

1. LA TERRA E IL SISTEMA SOLARE	1
1.1 LA TERRA: CARATTERI GENERALI	1
1.2 IL SISTEMA SOLARE E L'EVOLUZIONE PRIMORDIALE DELLA TERRA	6
2. I MINERALI E LE ROCCE	17
2.1 DEFINIZIONE E CARATTERI	17
2.2 MORFOLOGIA DEI CRISTALLI	20
2.3 SIMMETRIA DEI CRISTALLI	23
2.4 ASSOCIAZIONI CRISTALLINE	25
2.5 PROPRIETÀ FISICHE DEI MINERALI	27
2.5.1 PROPRIETÀ SCALARI	27
2.5.2 PROPRIETÀ DIREZIONALI	28
2.5.2.1 DUREZZA	28
2.5.2.2 CONDUCIBILITÀ TERMICA ED ELETTRICA	29
2.5.2.3 SUSCETTIVITÀ MAGNETICA	29
2.5.2.4 DEFORMAZIONE	29
2.5.2.5 RISPOSTA ALLE Onde ELETTROMAGNETICHE	30
COLORE E LUCENZEZA	32
LUMINESCENZA	32
RIFRAZIONE SEMPLICE	32
DOPPIA RIFRAZIONE	33
INDICATRICI OTTICHE	34
POTENZA BIRFRATTIVA	37
2.6 IL MICROSCOPIO POLARIZZANTE	39
2.6.1 OSSEVAZIONI ORTOSCOPICHE AL SOLO POLARIZZATORE	40
2.7 SISTEMATICA DEI MINERALI	40
2.8 I MINERALI NELLE ROCCE	42
3. GLI AMBIENTI PETROGENETICI	47
4. LE ROCCE IGNEE	53
4.1 GIACITURE	53
4.2 CLASSIFICAZIONE E NOMENCLATURA	59
4.2.1 LE ROCCE PLUTONICHE	59
4.2.2 LE ROCCE VULCANICHE	64
4.3 LE STIRPI DI ROCCE	68
4.4 IL PROCESSO MAGMATICO	72
4.4.1 I MAGMI	72
4.4.2 STRUTTURA DEI FUSI SILICATICI	72
4.4.3 L'H₂O NELLA STRUTTURA E NELLA GENESI DEI MAGMI	74
4.4.4 CONSOLIDAZIONE DEI MAGMI	76
4.4.5 STRUTTURE E TESSITURE DELLE ROCCE MAGMATICHE	78
4.4.6 CARATTERI DI ALCUNE ROCCE MAGMATICHE	83

4.4.6.1	PREMessa	83
4.4.6.2	PLUTONITI	83
	GRANITI	83
	APLITI E PEGMATITI	84
	GRANODIORITI E TONALITI	84
	SIENITI	84
	MONZONITI	85
	GABBRI	85
	NORITI (GABBRONORITI)	85
	DIORITI (QUARZODIORITI)	86
	ESSEXITI	86
	TERALITI	86
	ALTRE ROCCE PLUTONICHE	86
	troctoliti	86
	anortositi	87
	pirosseniti	87
	ijoliti	87
	peridotiti	88
	duniti	88
4.4.6.3	VULCANITI	88
	BASALTI	88
	BASALTI ALCALINI	88
	BASALTI SUBALCALINI	88
	ANDESITI	89
	DACITI	89
	RIOLITI	90
	TRACHIANDESITI BASALTICHE (MUGEARITI E SHOSHONITI)	90
	TRACHIANDESITI (LATITI E BENMOREITI)	90
	TRACHITI	91
	FONOLITI	91
	BASANITI E TEFRITI	91
	LEUCITITI E NEFELINITI	92
	MELILITITI (KAMAFUGITI)	93
5.	I SISTEMI MAGMATICI	95
5.1	PARAMETRI CHE CONTROLLANO I SISTEMI	95
5.2	SISTEMI MONO- E BICOMPONENTI	95
5.2.1	SISTEMI CON UN COMPONENTE	95
5.2.2	SISTEMI A DUE COMPONENTI CON EUTETTICO: DIOPSIDE-ANORTITE	97
	Cristallizzazione di equilibrio	97
	Cristallizzazione frazionata	99
	Fusione di equilibrio	99
	Fusione frazionata	100
5.2.3	SISTEMI A DUE COMPONENTI CON COMPOSTI INTERMEDI A FUSIONE CONGRUENTE ED INCONGRUENTE	101
5.2.4	SISTEMI A DUE COMPONENTI CHE FORMANO UNA SOLUZIONE SOLIDA:	
	FORSTERITE-FAYALITE E ALBITE-ANORTITE	101
	Cristallizzazione di equilibrio	102
	Cristallizzazione frazionata	103
	Fusione di equilibrio	103
	Fusione frazionata	103
5.3	SISTEMI A TRE COMPONENTI	105
5.3.1	CONSIDERAZIONI GENERALI	105
5.3.2	SISTEMI A TRE COMPONENTI CON EUTETTICO TERNARIO	107

5.3.2.1 Diopside-Anortite-Forsterite	107
Cristallizzazione di equilibrio	108
Cristallizzazione frazionata	110
Fusione di equilibrio	111
Fusione frazionata	111
5.3.3 SISTEMI A TRE COMPONENTI CON SOLUZIONE SOLIDA TRA DUE DI ESSI	112
5.3.3.1 Diopside – Albite - Anortite	112
Cristallizzazione di equilibrio	112
Cristallizzazione frazionata	113
Considerazioni generali	114
5.4 SINTESI SULLA CRISTALLIZZAZIONE DEI FUSI MAGMATICI	115
5.5 DEFINIZIONI, METODI DI STUDIO ED EVOLUZIONE DEI MAGMI.....	118
5.5.1 DEFINIZIONI	118
5.5.2 METODI DI STUDIO	119
5.5.3 EVOLUZIONE DEI MAGMI	119
5.5.3.1 SCHEMI EVOLUTIVI PER CRISTALLIZZAZIONE FRAZIONATA A BASSA PRESSIONE E GENESI DELLE ROCCE PERALCALINE	120
5.5.3.2 ASSIMILAZIONE MAGMATICA	121
5.5.3.3 INTERAZIONE TRA FUSI	122
6. ROCCE MAGMATICHE E AMBIENTI GEODINAMICI	125
6.1 CONSIDERAZIONI GENERALI	125
6.2 MAGMATISMO DI DORSALE OCEANICA	125
6.3 MAGMATISMO DI INTRAPLACCA	127
6.3.1 Oceanico	127
6.3.2 Continentale	129
6.4 MAGMATISMO IN AMBIENTI COLLISIONALI	133
7. IL MANTELLO TERRESTRE E LA GENESI DEI MAGMI	139
7.1 COMPOSIZIONE MINERALOGICA E CHIMICA DEL MANTELLO	139
7.2 FATTORI CHE CONTROLLANO LA GENESI DEI FUSI	143
8. LE ROCCE PIROCLASTICHE	148
8.1 CONSIDERAZIONI GENERALI	148
8.2 CARATTERI DEI DEPOSITI DA CADUTA	152
8.3 CARATTERI DEI DEPOSITI DA FLUSSO	153
8.4 LE LAVE A CUSCINO E LE IALOCLASTITI	155
9. LE ROCCE SEDIMENTARIE	157
9.1 CONSIDERAZIONI GENERALI	157
9.2 LA DISGREGAZIONE DELLE ROCCE	158
9.2.1 LA DISAGGREGAZIONE MECCANICA	159
9.2.2 L'ATTACCO CHIMICO E I PIÙ COMUNI MINERALI DI NEOFORMAZIONE	160
9.2.2.1 MECCANISMI DI ATTACCO CHIMICO	162
Idratazione	162
Dissoluzione	163
Idrolisi	163
Ossidazione	165
9.2.2.2 I PIÙ COMUNI MINERALI DI NEOFORMAZIONE	165
9.3 MORFOLOGIE DI EQUILIBRIO E SINTESI SULLE TRASFORMAZIONI CHIMICHE	168
9.3.1 EFFETTI DEL CLIMA SULLA DISGREGAZIONE DELLE ROCCE	169

9.4 IL TRASPORTO DEI MATERIALI SEDIMENTARI	171
9.4.1 IL TRASPORTO MECCANICO	172
9.4.1.1 FLUSSI DI MATERIA NEI MEZZI CON BASSA VISCOSITÀ	172
9.4.1.2 FLUSSI DENSI O GRAVITAZIONALI	175
9.4.1.3 TRASPORTO GLACIALE	179
9.4.2 IL TRASPORTO CHIMICO	180
9.4.2.1 IL POTENZIALE IONICO	181
9.4.2.2 IL POTENZIALE DI OSSIDO-RIDUZIONE	182
9.4.3 COMPOSIZIONE DELLE ACQUE FLUVIALI E MARINE	183
9.5 I SEDIMENTI	186
9.5.1 CONDIZIONI PER LA LORO FORMAZIONE	186
9.5.2 TIPOLOGIA E NOMENCLATURA	187
9.5.3 QUADRO CLASSIFICATIVO GENERALE	189
9.6 STRUTTURE E TESSITURE DELLE ROCCE SEDIMENTARIE	190
9.7 LE ROCCE TERRIGENE	191
9.7.1 SUDDIVISIONI GRANULOMETRICHE E GRADO DI MATORITÀ MORFOLOGICA	191
9.7.2 MATORITÀ TESSITURALE E COMPOSIZIONALE	192
9.7.2.1 LE RUDITI O PSEFITI	192
9.7.2.2 LE ARENITI O PSAMMITI	194
9.7.2.3 LE LUTITI O PELITI	195
9.8 LE ROCCE CARBONATICHE	196
9.8.1 NOMENCLATURA BASATA SULLA GRANULOMETRIA	196
9.8.2 NOMENCLATURA BASATA SUL CHIMISMO	196
9.8.3 NOMENCLATURA BASATA SUI CARATTERI STRUTTURALI E LA TIPOLOGIA DEI GRANULI	197
9.9 LE ROCCE NON CARBONATICHE INTRABACINALI	198
9.10 SEDIMENTI AUTOCTONI	198
9.10.1 EDIFICI SEDIMENTARI BIOINDOTTI	198
9.10.2 EDIFICI SEDIMENTARI BIOCOSTRUITI	198
9.10.3 SEDIMENTI ORTOCHIMICI	199
9.10.3.1 PRODOTTI DI PRECIPITAZIONE DA ACQUE MARINE O SALMASTRE	199
9.10.3.2 PRODOTTI DI PRECIPITAZIONE DA ACQUE FLUVIALI O VADOSE	202
9.11 LA DIAGENESI	204
9.11.1 COMPATTAZIONE	204
9.11.2 DISSOLUZIONE	205
9.11.3 CEMENTAZIONE	205
9.11.4 RICRISTALLIZZAZIONE DIAGENETICA	206
9.11.5 SINTESI SUI COMPONENTI DELLE ROCCE SEDIMENTARIE	206
9.11.5.1 CLASTI, MATRICE E POROSITÀ PRIMARIA	206
9.11.5.2 CEMENTO E POROSITÀ SECONDARIA	207
9.11.6 CARBONI E IDROCARBURI	208
9.11.6.1 CONSIDERAZIONI GENERALI	208
9.11.6.2 CARBONI	209
9.11.6.3 PETROLIO E GAS	210
10. IL PROCESSO METAMORFICO	213
10.1 CARATTERI GENERALI	213
10.2 INTERVALLO TERMICO	213
10.3 TIPI DI PRESSIONE E DEFORMAZIONI DEGLI AGGREGATI CRISTALLINI	213
10.4 IL RUOLO DOMINANTE DELLA TEMPERATURA	216
10.5 STRUTTURE E TESSITURE DELLE ROCCE METAMORFICHE	217

10.6	I FLUIDI NEL PROCESSO METAMORFICO	223
10.7	I MINERALI DELLE ROCCE METAMORFICHE	225
10.8	TIPI DI REAZIONI METAMORFICHE	226
10.8.1	CARATTERI GENERALI	226
10.8.2	REAZIONI SOLIDO-SOLIDO	227
	10.8.2.1 REAZIONI DISCONTINUE	227
	10.8.2.2 REAZIONI CONTINUE	228
10.8.3	SINTESI SULLE REAZIONI SOLIDO-SOLIDO	230
10.8.4	REAZIONI SOLIDO <-> SOLIDO + FLUIDO	231
10.8.5	SINTESI SULLE REAZIONI SOLIDO <-> (SOLIDO + FLUIDO)	233
10.8.6	REAZIONI DI OSSIDO-RIDUZIONE	233
10.9	LA DIFFERENZIAZIONE METAMORFICA ED IL METASOMATISMO	235
10.10	TIPI DI METAMORFISMO	237
10.11	NOMENCLATURA DELLE ROCCE METAMORFICHE	237
10.12	METAMORFISMO REGIONALE (DINAMOTERMICO)	241
	10.12.1 ZONE E FACIES METAMORFICHE	241
10.13	RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE DELLE PARAGENESI	244
10.14	SERIE DI FACIES METAMORFICHE IN FUNZIONE DEL RAPPORTO P/T	248
	10.14.1 METAMORFISMO DI BASSA PRESSIONE	249
	10.14.2 METAMORFISMO DI PRESSIONE INTERMEDIA	249
	10.14.3 METAMORFISMO DI ALTA PRESSIONE	249
	10.14.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	250
10.15	METAMORFISMO DI CONTATTO	251
10.16	METAMORFISMO DEI FONDALI OCEANICI	255

APPROFONDIMENTI

11. APPROFONDIMENTO 1	270
11.1 CLASSI DI SIMMETRIA E FORME SEMPLICI	270
11.2 PROIEZIONE DEI CRISTALLI	275
11.3 SUDDIVISIONE DEI SILICATI IN FUNZIONE DEI LORO CARATTERI STRUTTURALI	276
12. APPROFONDIMENTO 2	279
12.1 ANALISI DEI MINERALI AL MICROSCOPIO POLARIZZANTE	279
12.1.1 OSSERVAZIONI ORTOSCOPICHE A <i>NICOL</i> INCROCIATI	279
12.1.2 OSSERVAZIONI CONOSCOPICHE A <i>NICOL</i> INCROCIATI	283
12.1.3 FIGURE CONOSCOPICHE DEI MINERALI MONOASSICI	283
12.1.4 DETERMINAZIONE DEL SEGNO OTTICO DEI MINERALI MONOASSICI	284
12.1.5 FIGURE CONOSCOPICHE DEI MINERALI BIASSICI E DETERMINAZIONE DEL SEGNO OTTICO	285
13. APPROFONDIMENTO 3	289
13.1 CONTATORE DI PUNTI PER DEFINIRE IL MODO DI UNA ROCCIA	289
14. APPROFONDIMENTO 4	291
14.1 IL TETRAEDRO DEI BASALTI	291
14.2 NOMENCLATURA DI ALCUNI TIPI DI LAMPROFIRI	293
14.3 NOMENCLATURA DELLE ROCCE VULCANICHE RICCHE DI MAGNESIO	293

15. APPROFONDIMENTO 5	294
15.1 CORPI IGNEI STRATIFICATI E ROCCE CUMULITICHE	294
16. APPROFONDIMENTO 6	298
16.1 SISTEMI BINARI CON COMPOSTO INTERMEDIOS	298
16.1.1 NEFELINA-SILICE	298
16.1.2 FORSTERITE-SILICE	299
17. APPROFONDIMENTO 7	302
17.1 SISTEMI BINARI CHE TRATTANO DEI FELDSPATI	302
17.1.1 ALBITE-K-FELDSPATO	302
17.1.1.1 VARIAZIONE DEL SOLIDUS E DEL LIQUIDUS IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE	305
17.1.2 ANORTITE-K-FELDSPATO	306
18. APPROFONDIMENTO 8	308
18.1 SISTEMI TERNARI CON COMPOSTO CHE FONDE IN MODO CONGRUENTE	308
18.1.1 NEFELINA-DIOPSIDE-SILICE	308
18.2 SISTEMI TERNARI CON COMPOSTO CHE FONDE IN MODO INCONGRUENTE	309
18.2.1 FORSTERITE-ANORTITE-SILICE	309
Cristallizzazione di equilibrio	310
Fusione di equilibrio	310
Cristallizzazione frazionata	312
Fusione frazionata	313
18.2.2 SISTEMA DIOPSIDE-ALBITE-ANORTITE	313
Cristallizzazione di equilibrio	313
Cristallizzazione frazionata	315
19. APPROFONDIMENTO 9	316
19.1 SISTEMA GRANITICO: ALBITE-ORTOCLASIO-SILICE	316
20. APPROFONDIMENTO 10	318
20.1 SISTEMA FELDSPATICO: ALBITE-ANORTITE-ORTOCLASIO	318
20.2 SISTEMA PETROGENICO RESIDUALE	320
21. APPROFONDIMENTO 11	322
21.1 INDICI EVOLUTIVI E BILANCI DI MASSA	322
22. APPROFONDIMENTO 12	325
22.1 INTERAZIONE TRA MAGMI	325
23. APPROFONDIMENTO 13	326
23.1 MAGMI GENERATI NEL MANTELLO	326
23.2 PERMEABILITÀ DELLE ROCCE AI FUSI	330
23.3 CARATTERI E GENESI DELLE ROCCE GRANITOIDI	331
23.4 IL MAGMATISMO ITALIANO CON PARTICOLARE RIFERIMENTO A QUELLO PLIO-QUATERNARIO	339
23.4.1 DISTRIBUZIONE	339

23.4.2 CARATTERI PETROGRAFICI E CHIMICI	339
23.4.3 IPOTESI GENETICHE	345
24. APPROFONDIMENTO 14	347
24.1 LA DOLOMITE E LA DOLOMITIZZAZIONE	347
24.2 CARATTERI STRUTTURALI DELLE DOLOMIE	349
25. APPROFONDIMENTO 15	350
25.1 FACIES NEL METAMORFISMO DINAMOTERMICO	350
25.1.1 BASSA T E BASSA P	350
Facies zeolitica	350
25.1.2 MEDIO RAPPORTO T/ P	351
Facies a prehnite e pumpellyite	351
Facies degli scisti verdi	351
Facies anfibolitica	351
Facies granulitica	352
25.1.3 BASSO RAPPORTO T/ P	354
Facies degli scisti blu	354
Facies eclogitica	354
25.2 FACIES NEL METAMORFISMO DI CONTATTO	355
25.2.1 Facies delle cornubianiti ad albite ed epidoto	355
25.2.2 Facies delle cornubianiti ad orneblenda	355
25.2.3 Facies delle cornubianiti a pirosseno	355
25.2.4 Facies delle cornubianiti a sanidino	355
25.3 SINTESI SULLE COMPATIBILITÀ MINERALOGICHE NEL METAMORFISMO DINAMOTERMICO	356
26. APPROFONDIMENTO 16	359
26.1 LE GEOTERME METAMORFICHE	359

APPENDICI

27. APPENDICE 1	365
27.1 I RAGGI X E LE LORO APPLICAZIONI	365
27.1.1 I RAGGI X	365
27.1.2 EQUAZIONE DI BRAGG	366
27.1.3 DIFFRATTOMETRIA SU POLVERI	367
27.1.4 SPETTROMETRIA DA FLUORESCENZA X	371
28. APPENDICE 2	374
28.1 TRASFORMAZIONE DEI DATI CHIMICI	374
28.1.1 CALCOLO DELLA FORMULA CHIMICA DI UN MINERALE	376
28.1.2 CALCOLO DELLA NORMA CIPW	378
Algoritmo del calcolo	379
Esempi	381
28.1.3 COMPOSIZIONE CHIMICA DI ALCUNI MINERALI	382
28.1.4 COMPOSIZIONE CHIMICA E NORMA CIPW DI ROCCE PLUTONICHE E VULCANICHE ..	383
29. APPENDICE 3	384
29.1 ANALISI TERMICHE	384
29.1.1 ANALISI TERMODIFFERENZIALI	384
29.1.2 ANALISI TERMOGRAVIMETRICHE	385

30. APPENDICE 4	388
30.1 ELEMENTI IN TRACCE, ISOTOPI INSTABILI E METODI DI DATAZIONE ASSOLUTA DEI MINERALI E DELLE ROCCE	388
30.1.1 ELEMENTI IN TRACCE COMPATIBILI E INCOMPATIBILI	388
30.1.1.1 MODELLI DI VARIAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DURANTE LA FUSIONE E LA CRYSTALLIZZAZIONE	391
30.1.1.2 GLI ELEMENTI IN TRACCE NELL'ASSIMILAZIONE E CONCONCOMITANTE CRYSTALLIZZAZIONE FRAZIONATA	395
30.1.1.3 SIGNIFICATO DEGLI ISOTOPI	398
30.1.2 ISOTOPI INSTABILI E LEGGI DEL DECADIMENTO RADIOATTIVO	398
30.1.2.1 LEGGI DEL DECADIMENTO RADIOATTIVO	400
30.1.3 EVOLUZIONE DEI SERBATOI ISOTOPICI DELLA TERRA	401
30.1.4 ISOTOPI DELLO SR E ND DI ALCUNE VULCANITI PLIO-QUATERNARIE ITALIANE	408
30.1.5 METODI DI DATAZIONE ASSOLUTA DELLE ROCCE	409
30.1.5.1 METODO RUBIDIO-STRONZIO	410
30.1.5.2 METODO URANIO-PIOMBO	411
30.1.5.3 METODO ARGON-POTASSIO	412
30.1.5.4 METODO SAMARIO-NEODIMIO	413
30.1.5.5 METODO DELLE TRACCE DI FISSIONE	414
31. APPENDICE 5	415
31.1 LA TERMODINAMICA IN PETROLOGIA	415
31.1.1 INTRODUZIONE	415
31.1.2 TIPI DI SISTEMI E FORME DI ENERGIA	415
31.1.3 LA PRIMA LEGGE DELLA TERMODINAMICA	416
31.1.4 CALORE STANDARD DI FORMAZIONE DEI MINERALI	417
31.1.5 LA SECONDA LEGGE DELLA TERMODINAMICA	419
31.1.6 LA TERZA LEGGE DELLA TERMODINAMICA E LA MISURA DELL'ENTROPIA	423
31.1.7 EQUAZIONE DI GIBBS E I POTENZIALI TERMODINAMICI	423
31.1.8 TERMODINAMICA DELLE SOLUZIONI	427
Energia libera delle soluzioni	427
Energia libera delle soluzioni ideali	429
Energia libera delle soluzioni non ideali	433
Modello di soluzione regolare per le soluzioni non ideali	435
Essoluzioni	437
31.1.9 COSTANTE DI EQUILIBRIO DI UNA REAZIONE	439
31.1.10 APPLICAZIONI	442
Campi di stabilità dei polimorfi del Al_2SiO_5	442
Le equazioni crioscopiche	443
31.2 LA PETROLOGIA SPERIMENTALE	447
31.2.1 CONSIDERAZIONI GENERALI	447
31.2.2 CENNI STORICI ED APPARATI	448
31.2.3 SISTEMI DI CONTROLLO DELLA FUGACITÀ DEI GAS	453
31.2.4 MODALITÀ DI SPERIMENTAZIONE	455
INDICE ANALITICO	457